

制造业企业业务流程数字化与企业价值： 基于动态能力的视角

邵兵^{1,2}, 匡贤明³, 王 翬⁴

(1. 东北大学 工商管理学院, 沈阳 110167; 2. 海南师范大学 经济与管理学院, 海口 571158;

3. 中国(海南)改革发展研究院, 海口 570311; 4. 海南大学 经济学院, 海口 570228)

摘要:从数字化转型的核心——业务流程数字化的视角,采用2007—2021年沪深A股上市公司制造业企业数据,基于动态能力理论来探索业务流程数字化对企业价值的影响及其作用机制。研究发现:采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化对企业价值有显著的正向影响,通过工具变量法缓解内生性问题后结果依然显著。这种影响主要通过生产效率、吸收能力和创新能力的路径发挥作用。适应能力路径发挥了遮掩效应,部分原因在于适应能力对企业价值的二次非线性关系,以及企业资产规模对两者的负向调节作用。进一步分析发现,在业务流程数字化中,生产数字化通过生产效率提升企业价值的作用最小,通过技术创新提升企业价值的作用最大。这一结论不仅深化和拓展数字化转型理论基础,而且对制造企业实施数字化转型提供了理论参考。

关键词:企业价值; 业务流程数字化; 吸收能力; 适应能力; 创新能力

中图分类号: F270.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2023)7—0109—17

一、引言

2021年的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》(“十四五”规划)第五篇第三节提出“推进产业数字化转型”,这标志着数字化转型正式上升为国家明确的政策方向。党的二十大报告中指出:“加快发展数字经济,促进数字经济和实体经济深度融合”。随着互联网、5G、大数据、人工智能等新一代信息技术加速发展,数字化深刻地影响企业价值创造的模式和逻辑。然而,埃森哲与国家工业信息安全发展研究中心推出的《2021中国企业数字化转型指数研究》显示,2021年中国数字化转型效果显著的企业仅为16%。造成理论研究和实践巨大差异的原因是,大多理论研究者把数字化转型作为整体去研究,而忽略数字化转型在企业复杂系统中的可分解性和流程性,忽视了企业数字化转型的核心环节——业务流程数字化。

数字化技术的出现颠覆了传统制造业企业价值创造的逻辑,促使价值创造从价值链中游的生产端转向附加价值大的上游采购、供应、研发设计端和下游服务端。业务流程数字化是企业使用数字技术补充或改进现有的业务流程(Adomako et al, 2021; Li et al, 2016; Verhoef et al, 2021),从而重塑价值链,有利于企业获取信息、促进沟通,满足企业的数字化技能需求(Scuotto et al, 2021)。业务流程数字化是制造业企业数字化转型的核心环节,决定了企业数字化转型的成败。一方面,数字化转型的主要内容包括组织变革、业务流程、产品和服务、商业模式等(吴江等, 2021; 孙新波等, 2021; 朱秀梅等, 2022),业务流程是数字化转型的重要组成部分;另一方面,制造业企业赢得可持续的竞争优势仅仅依靠数字化技术远远不够,还需要企业通过流程能力改善价值链职能,以及与利益相关者的关系(Nambisan et al, 2019; Warner and Wager, 2019)。流程数字化被视为当今全球经济中企业成功的基本因素之一(Allal et al, 2023),是企业价值创造逻辑的核心要素。

本文从采购与供应数字化、生产数字化、销售数字化方面解构流程数字化,不仅进一步揭示数字化转型对企业价值影响机制,而且更能具体指导企业数字化转型的实践。此外,动态能力是研究数字化转型的理论基础(Vial, 2019),本文从吸收能力、适应能力、创新能力角度探索两者的影响机制,有利于指导企业在数字

收稿日期:2023-03-14

基金项目:国家自然科学基金“新型比较优势来源与跨境数字贸易发展:理论机制、实证检验与政策优化”(72263005)

作者简介:邵兵,东北大学工商管理学院博士研究生,海南师范大学经济与管理学院副教授,研究方向:数字经济与技术创新;
匡贤明,经济学博士,中国(海南)改革发展研究院副院长,研究员,东北大学博士研究生导师,研究方向:中国改革理论与实践;王翬,经济学博士,海南大学副教授,研究方向:数字贸易。

经济时代制定合适的战略,赢得市场竞争力,创造价值。以前的研究虽然涉及数字化转型与企业价值的关系,但大多数研究集中在数字化转型对企业短期绩效的影响(Ciampi et al, 2021;倪克金和刘修岩, 2021;陈银飞和杨玛丽, 2022;王海花等, 2022),并且大多实证仅仅是单个或多个案例研究,少部分研究采用企业的截面数据和面板数据,把数字化转型作为一个整体概念进行实证研究,而均没有从微观层面解构数字化转型,导致理论研究与企业实践脱节,不能具体指导企业数字化转型实践。此外,当前关于业务流程数字化的研究,主要集中在其对企业短期经营绩效和创新绩效的影响(易靖韬和曹若楠, 2022;傅颖等, 2021;雷辉等, 2021),鲜有学者涉及流程数字化与企业未来价值的实证研究,以及探寻两者的影响机制,部分原因可能是企业未来价值的量化难度较大。Woodard等(2013)和戚聿东等(2019)均指出流程数字化作为企业重要数字资源,是数字期权的重要生成器。企业流程数字化不是追求短期绩效,而是作为一种寻求未来长远价值的战略投资。

因此,本文以2007—2021年沪深A股上市制造业企业为样本,目的在于探究制造业企业流程数字化能否提升企业长远价值,以及对企业价值的影响机制。研究可能的贡献在于:一是,不同于以前学者采取问卷调查提取数据的研究方法,首次使用文本分析法提取业务流程数字化代理变量,并将其分解为采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化,以上市公司的面板数据分析其对企业价值的影响,拓展了流程数字化的研究方法,也进一步解构和深化数字化转型的研究;二是,企业价值的衡量考虑了未来机会价值,充分体现了制造业企业应用数字化战略手段,提升未来价值的特点,扩充了企业未来价值的衡量指标;三是,本文分别验证采购与供应数字化、生产数字化和销售数字化对企业价值的正向影响,试图揭示制造业企业价值链上、中、下游的数字化对企业价值影响的基本规律,为深入研究制造业“微笑曲线”奠定微观基础;四是,证明了吸收能力、适应能力、创新能力对两者的影响机制。这一结论揭示了中国制造业企业数字化转型的机制,启发研究者进一步解构数字化转型,致力于企业数字化转型理论探索,具有借鉴意义。

二、理论与假设

(一)业务流程数字化与企业价值

数字化转型对企业价值的影响研究成果较多。学者们认为数字化转型通过减少成本、提高运营效率和鼓励企业创新来提升公司价值(Zhai et al, 2022; Peng and Tao, 2022; Bharadwaj et al, 2013; 黄大禹等, 2021; 倪克金和刘修岩, 2021)。

而专门针对业务流程数字化对企业价值影响的研究较少。池仁勇等(2023)证明了数字化制造能力和数字化服务能力对企业绩效具有正向影响。Gunasekaran等(2002)从销售流程角度,认为数字技术可以通过促进产品和服务的推广、降低向客户提供信息的成本、缩短数字化产品和服务的交付时间、增强客户服务等方式提升企业绩效。学者早期从业务流程与互联网技术(IT)结合的角度研究,Mithas等(2011)发现只有将IT能力与企业业务流程相结合,才能提高企业绩效(Peng et al, 2016),业务流程管理能力是IT能力和企业绩效之间的关键中介。随着数字化技术进一步发展,企业内部业务流程已经与数字化技术初步结合,业务与数字技术结合通过组织和流程再造的方式,成倍提升决策质量、员工激励水平、组织效率、产品和服务质量等(Yunis et al, 2017; Chitsaz et al, 2017; Wu and Chen, 2014)。流程数字化通过节约成本、增加柔性(Drnevic and Croson, 2013)和环境适应性,从而增加组织收益(Martínez-Caro et al, 2020)。

具体而言,业务流程数字化从三个方面提升企业价值:

一是,价值链上游的采购及供应数字化不仅能够帮助企业节约采购成本,提升采购效率,而且也能提升上游供应链的协同与整合能力。首先,采购及供应数字化可以通过数字化技术简化采购工作流程,让员工从繁杂的工作中解脱出来,提高员工满意度。其次,数字采购集成系统可提高供应商项目的可用性,并通过集成的简化界面增进企业和供应商之间的沟通,改善了供应链伙伴关系(张树山等, 2021)。再次,通过数字化采购系统随时更新供应商信息,以便及时处理订单,通过提高企业对供应商的管理能力确保产品质量,减小供应链中断的风险。最后,数字化技术提高了供应链集成体系结构的合理性、集成实现方式的多样性和集成运转的高效性,从而实现企业价值(李琦等, 2021)。

二是,生产数字化。制造业企业通过数字化技术和制造技术融合,在虚拟现实、计算机网络、数据库、多媒体等技术的支持下,实现对产品功能的仿真及原型制造,从而降低了企业生产成本(Barnir et al, 2003; Hagiú and Wright, 2020)。一方面,企业借助制造执行系统(MES),实时采集各个方面的数据信息,并与生产

车间的自动化、智能化的生产设备相结合,同步更新反馈到集成管理界面,有效而准确地地下达生产指令;另一方面,企业基于虚拟现实、计算机网络、数字孪生(digital twin)等技术的支持,对采集到的数据信息进行实时统计分析,并用各种图表实现多维度的可视化,通过构建的模型展示出生产车间的产品,以此有效地掌握生产质量和进度、岗位人员、设备运行等实时生产信息。此外,企业通过大数据技术的支撑,可以分析出顾客需求的变化,甚至可以精准跟踪到产品原型,调整相应的生产计划,以便提供个性化产品及服务。

三是,销售数字化借助互联网、通信技术和数字交互式媒体来实现营销目标的一种营销方式,提升了消费者的购买意愿(Hagi and Wright, 2020)。一是,企业通过大数据技术,并结合关键词搜索引擎、自然语言处理(NLP)、机器学习等技术,搜索顾客购买行为的信息,分析客户需求及其变化,能够有效地进行定制化研发、生产、销售和服务,并构造价值共创的生态平台,占据增加值大的服务端;二是,企业基于顾客分析数据,能够更准确地进行网络平台促销,例如,直播带货、人工智能(AI)虚拟主播、元宇宙技术的虚拟社区等促销手段;三是,利用区块链技术增加数字营销流程透明化,减少广告行业的欺诈行为,加强隐私保护等,能够促进销售数字化水平的提升。据此,本文提出假设:

业务流程数字化提升企业价值(H1);

采购与供应链数字化提升企业价值(H1a);

生产数字化提升企业价值(H1b);

销售数字化提升企业价值(H1c)。

(二)生产效率的中介作用

1. 业务流程数字化与生产效率

业务流程数字化在企业采购与供应数字化、生产数字化和销售数字化中,可以使用大数据、人工智能、物联网、云计算等技术节省成本,提高效率(Gavrila and Ancillo, 2021; Legner et al, 2017)。

首先,采购与供应链数字化是将企业采购和供应转变为线上,涉及包括需求收集、供应商报价、移动审批、运输、预算控制、合同管理、会计管理等,在此环节中,通过大数据、人工智能、数据挖掘、区块链等技术应用,协助企业经营与管理决策,从而提升效率。

其次,生产数字化。Frank等(2019)把生产数字化定义为将现有的新技术解决方案应用于生产系统。使用快速原型、增材制造、大数据分析、云计算平台、协作技术等进行产品设计和开发,应用增材制造、3D打印、先进的协作机器人、人工智能、增强现实和仿真等技术于生产过程,利用物联网和智能传感器增强产品功能。越来越多的制造业企业热衷于通过使用数字制造来提高生产率(Shakeel et al, 2020)、生产灵活性和生产速度(Zhou et al, 2021)。生产数字化由物联网、云计算、人工智能、大数据分析、虚拟化和增强现实等技术驱动(Szalavetz, 2019),这将导致人类和技术的互联和自主智能,为组织创造战略价值(Reiman et al, 2021)。生产数字化利用生产制造执行系统(MES)、集散控制系统(DCS)等数字管理系统在生产各环节实现生产过程的智能化、精细化、柔性化,缩短产品生产周期,降低产品错误率,提高企业的运作效率,从而提升全要素生产率(赵树宽等, 2022)。

最后,销售数字化。产品数字化是指企业研发装载智能组件的数字化产品,能够帮助用户智能连接设施设备,同时实时把握用户的价值需求,精准获得用户大数据(Ritter and Pedersen, 2020)。而服务数字化能够扩大用户获得服务的渠道和范围,能帮助用户随时随地获得更多的企业服务。因而,企业通过将产品和服务数字化,可以获取更多价值创造的机会(陈岩等, 2020)。

2. 生产效率与企业价值

制造业企业生产效率对企业价值的提升,一是,生产效率提升部分由采购和供应、生产和销售环节的成本减少引起,从而促进企业短期利润的增加,企业拥有更多资金投入促进未来价值增值的战略资源;二是,生产效率的提升对外释放业务流程数字化的成效信息,增强投资者信心,促进企业价值。虽然制造业企业数字化转型的效果不甚理想,但学术界和实践界普遍认为数字化是制造业发展的契机。当敏锐的投资者观察到企业进行业务流程数字化投资取得生产效率的进步时,可能会推测企业的数字化能力积累到足以盈利的水平,从而进行投资,提升企业价值水平;三是,生产效率的提升反映了人员、资金和设备的优化配置,提升全要素生产率,从而促进价值提升。员工能力和对数字化的态度是数字化转型的前提条件(Favoretto et al, 2022),当员工的适应能力和企业知识管理水平较高时,制造业企业可能更有优势缩短数字化转型的适应期,

提前盈利。资金的优化配置与投资回报密切相关,当资金配置效率提高,会为企业带来更高的投资回报率。设备的优化配置能够生产更多产品,满足客户需求,抓住市场机会。据此,本文提出假设:

生产效率是业务流程数字化提升企业价值的渠道(H2);

生产效率是采购与供应链数字化提升企业价值的渠道(H2a);

生产效率是生产数字化提升企业价值的渠道(H2b);

生产效率是销售数字化提升企业价值的渠道(H2c)。

(三)动态能力的中介作用

动态能力可以被理解为导致长期绩效的“终极”组织能力(Teece et al, 1997)。换言之,当适应不断变化的外部环境需要新的资源和运营能力时,企业需要拥有动态能力,动态能力通过构建新的资源或提升解决问题的能力来提高绩效(Teece, 2014)。学者实证分析了组织内部的动态能力过程及其对绩效的影响(McLaughlin, 2017; Schilke et al, 2018; Drnevich and Kriaucunas, 2011)。Wang 和 Ahmed(2007)认为动态能力包括吸收能力、适应能力和创新能力,是相互关联但又不相同的能力维度。业务流程数字化与吸收能力、适应能力和创新能力有着直接的联系。

首先,业务流程数字化与吸收能力。吸收能力是指企业基于现有的知识基础,识别、吸收、转化和应用知识于商业实践的能力(Cohen and Levinthal, 1990)。一方面,业务流程数字化技术有利于识别内外部信息的价值。企业可通过大数据技术、自然语言处理技术、机器学习等技术,可随时监控供应商和顾客的信息及时识别市场机会和风险,提前做好应对准备,并且,内部员工也可以利用智能搜索技术有效率识别内外知识平台上的资源,从而提升自身业务水平;另一方面,业务流程数字化技术有利于获取知识。企业在采购、供应和销售环节,数字技术有利于其进行信息搜寻,能大幅度降低搜索成本、交易成本和运营成本(Devaraj and Kohli, 2003)。同时,企业利用互联网力量在数字化、密集化的创新网络中不断地获取互补性资产,并积累隐性知识,降低了在不同情境下应用隐性知识的试错成本(戚聿东和肖旭, 2020)。业务流程数字化促进大数据、软件运营服务(SaaS)、物联网和人工智能等技术的应用,从而提升有关采购、供应、生产和销售的获取效率。此外,业务流程数字化技术有利于提升知识应用和转化能力。在生产数字化中,企业借助虚拟仿真、数字孪生和可视化等技术可将非结构化的隐性知识结构化、可视化,进而促使生产经营中的隐性知识显性化(Lane et al, 2006),提升知识的应用和转化能力。在销售数字化中,企业利用大数据技术进行客户关系管理和客户知识管理,可以为企业创造价值(Pasquale et al, 2020)。据此,本文提出假设:

吸收能力是业务流程数字化提升企业价值的渠道(H3);

吸收能力是采购与供应链数字化提升企业价值的渠道(H3a);

吸收能力是生产数字化提升企业价值的渠道(H3b);

吸收能力是销售数字化提升企业价值的渠道(H3c)。

其次,业务流程数字化与适应能力。适应能力是指企业辨别和利用市场机会的能力(Chakravarthy, 1982)。从战略和企业资源的角度,适应能力体现为一种战略的灵活性,即资源获取和应用的灵活性(Sanchez, 1995)。企业资源分配形式转化的多样性及频率对战略灵活性至关重要(Fombrun and Ginsberg, 1990)。销售数字化利用大数据、云计算、人工智能等技术,快速识别顾客需求。企业利用语义分析和搜索技术,挖掘网络上的图片、语音、视频及文本信息,通过关键词搜寻市场关于产品和服务的销量、关注程度、评价等信息,以关键词出现的频次来判断市场需求的变化,从而快速调整资源满足消费者需求。生产数字化利用智能化的生产制造执行系统(MES)、机器人流程自动化(RPA)、数字孪生等技术,增加了制造系统的柔性,更能适应顾客的定制化需求,从而抓住市场机会。采购与供应链数字化利用区块链、移动智能、基于NLP的机器学习、人工智能等技术,在云采购平台上实现交易,简化了繁杂的采购流程,供应更加智能化,缩短了价值链上游的响应时间。因此,业务流程数字化可提升采购和供应系统的运营效率,增强生产系统柔性,积极响应顾客的定制化需求,提高了企业适应能力。据此,本文提出假设:

适应能力是业务流程数字化提升企业价值的渠道(H4);

适应能力是采购与供应链数字化提升企业价值的渠道(H4a);

适应能力是生产数字化提升企业价值的渠道(H4b);

适应能力是销售数字化提升企业价值的渠道(H4c)。

最后,业务流程数字化与创新能力。创新能力是指企业在开发新产品和新市场方面的能力,主要关注企业的资源和能力及其与产品市场的联系(Wang and Ahmed, 2004)。具备较高水平创新能力的企业能够充分利用企业资源来进行产品创新,开发出新的产品。在销售数字化环节,企业能够更好地搜集、分析本公司产品缺陷和顾客需求信息,为产品进一步创新和改进提供信息基础,并且利用大数据技术,对市场类似产品实时监控,为产品和服务创新提供外部信息渠道。在生产数字化环节,利用数字孪生技术对整个生产过程实行监控,并可以定位和诊断设备故障及时利用工业机器人进行维修,实现生产过程完全自动化,让工人从危险和环境恶劣的车间中解放出来。因此,生产数字化可以实现生产流程的创新,提升生产效率。采购与供应链数字化通过数字技术,实现采购流程和供应自动化,让顾客个性化的需求体现在采购与供应中,真正意义上创造顾客价值。因此,业务流程数字化主要通过数字技术让员工从烦琐的流程中解脱出来,利用自动化和智能化技术实现价值链深度协同和融合,简化传统流程,使客户享受来自采购、供应、生产、销售及服务的个性化体验。据此,本文提出假设:

创新能力是业务流程数字化提升企业价值的渠道(H5);

创新能力是采购与供应链数字化提升企业价值的渠道(H5a);

创新能力是生产数字化提升企业价值的渠道(H5b);

创新能力是销售数字化提升企业价值的渠道(H5c)。

三、数据来源与变量描述

(一)样本选择与数据来源

以2007—2021年沪深A股上市公司中的制造业企业为样本,根据中国证监会2012年发布的《上市公司行业分类指引》,制造业一共31个大类行业,涉及本样本上市公司有29个大类行业。本文的数据主要来源于万得(WIND)金融数据库、国泰安(CSMAR)和东方财富(CHOICE)金融数据库提供企业研发投入、市场价值等基础数据,因变量、中介变量和控制变量根据基础数据直接或计算而得。2007—2021年制造业上市公司年报来自于证监会指定的巨潮网,主要解释变量根据年报信息整理而得。为排除极端值的影响,对连续变量前后1%缩尾处理,得到2719家公司,21972个跨年度观测值。

(二)公司层面业务流程数字化指标的测度

本文研究受到吴非等(2021)数字化转型的文本分析法的启发,采用文本分析法对上市企业年报文本中关于业务流程数字化的关键词进行识别、词频计数,以关键词在公司年报中出现的次数来度量公司业务流程数字化的程度。为了保证选取的关键词科学合理,本文遵循以下具体步骤。

(1)通过Python语言编写爬虫程序,从证监会指定网站整理了上海证券交易所、深圳证券交易所制造业上市公司的年度报告,并通过“迅捷转换器”提取所有PDF文本内容,并转化为TXT格式,以便后续的特征词筛选。

(2)第一步,从“中国知网”下载2014年1月1日—2022年10月1日公开发表的关于“流程数字化”“数字化流程”“运营数字化”“采购数字化”“供应链数字化”“生产数字化”“数字化营销”为主题关键词的论文,为了保证文献质量,公开发表的期刊论文受“国家自然科学基金”“国家社会科学基金”“教育部人文社会科学研究项目”资助;英文期刊论文来自于在“Web of Science”被引频次排名前100期刊论文。一共搜集61篇相关主题的英文论文和59篇中文论文。第二步,文献关键词提取。利用Python的“jieba”和“NLTK”分词模块,分别对中文和英文文献进行分词,去除停用词,按照词频由高到低排列,从120篇文献中提取关键词根。第三步,关键词扩展。本文继续编写Python程序使用Word2Vec机器学习算法模块对企业年报文本进行训练。由于年报文本数据量大,而且2021年年报涵盖了之前业务流程数字化的成果,因此,以2021年年报文本为代表作为训练集生成算法模型,然后利用训练好的算法模型进行近义词联想与扩展,最后得到123个关键词,见表1。

(3)编写Python程序从2007—2021年制造业上市公司的年报中进行关键词检索和词频统计,并以年度和公司面板数据形式进行加总。其中,所有123个关键词的词频统计之和,对其加1后取自然对数,即为业务流程数字化($\ln pdt$);采购与供应数字化维度的22个关键词,与共享技术维度的21个关键词,其词频统计之和加1后取自然对数,为采购与供应数字化($\ln bdt$);生产数字化维度的50个关键词,与共享技术维度的21个关键词,其词频统计之和加1后取自然对数,为生产数字化($\ln mdt$);销售数字化维度的22个关键词,与共享技术维度的21个关键词,其词频统计之和加1后取自然对数,为销售数字化($\ln sdt$)。

表 1 业务流程数字化指数构建及关键词选取

维度	关键词
采购与供应数字化	定位技术、二维码技术、自然语言处理(NLP)、人工智能(AI)语音交互、光学字符识别(OCR)影像识别、数字供应链金融、数字供应链、智慧供应链、供应链可视化、智慧运输、智慧仓储、智慧物流、智能物流、智能仓储、智能控制塔、云平台、数字化采购、采购决策数字化、智能化采购、采购平台、供应商关系管理(SRM)、无接触式采购
生产数字化	数字孪生、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺规划(CAPP)、计算机辅助制造(CAM)、三维(3D)打印、3D技术、协同规划和预测与补货(CPFR)、产品生命周期管理(PLM)、生产制造执行系统、逆向工程技术、生产大数据、智能制造、智能传感器、智能化生产线、智慧制造、智能终端、智能生产、智控平台、工业智能、智能工厂、智能设备、智能控制、智能系统、智能故障诊断、自动控制、自动监测、自动监控、自动检测、自动生产、自动化机器人、集成控制、集成系统、集成解决方案、系统集成、虚拟制造、数字化工厂、无人工厂、互联工厂、数字化车间、未来工厂、无人车间、工业机器人、工业互联网、工业软件、工业云、数控机床、数控、数字仿真、云制造、虚拟现实
销售数字化	数字化门店、数字户外广告、增强现实(AR)、虚拟主播、网络主播、社交媒体、虚拟现实(VR)、社交网络、网络销售、虚拟社区、互联网营销、电商、电子商务、线上线下、线上到线下、线上和线下、线上与线下(O2O)、企业与企业(B2B)、客户与客户(C2C)、企业与客户(B2C)、客户与企业(C2B)、客户关系管理(CRM)
全流程数字化	产品数据管理(PDM)、平台生态系统、流程可视化、智能流程、流程挖掘、智能运营、虚拟化、企业资源计划(ERP)
共享技术	人工智能、高端智能、移动智能、智能移动、智能管理、智能技术、智能网联、智能化、云计算、边缘计算、数据挖掘、大数据分析、区块链、软件即服务(SaaS)、物联网、机器人流程自动化(RPA)、移动互联、移动技术、移动互联网、5G、生命周期管理

本文研究使用文献确定关键词词根,并用机器学习算法扩展关键词的合理性体现在以下两点:一是,上市公司年报文本分析法在国内顶级期刊频频出现,说明此种方法逐渐被学者接受。胡楠等(2021)认为公司年报中披露的信息含有报告期内企业经营状况的回顾和未来发展的展望。而业务流程数字化是制造业企业数字化转型的核心环节,其信息也应包含在年报中。二是,通过文献提取关键词根,并用机器学习算法扩展关键词,减少了人为主观干预,具有一定的客观性。

(三)企业价值的测算

本文使用实物期权与经济附加值(EVA)相结合的方法衡量企业价值,一方面因为数字化作为企业重要数字资源,是数字期权的重要生成器,用期权方法衡量企业价值能体现制造业企业数字化投资的长远战略价值;另一方面,EVA业绩评价能够体现价值增值,不仅考虑了权益成本,还可以引导企业提升内在价值,促进公司持续发展(Baril et al, 2015)。

首先,EVA为企业税后净营业利润加上企业投资总额与企业加权平均资本成本的乘积,2007—2021年制造业企业每年EVA数据通过东方财富CHOICE数据库获得。

其次,公司的期权价值测算。本文使用Black-Scholes(B-S)期权定价模型测算企业未来的看涨价值,该模型遵循风险中性理论,即所有投资者都是风险中性的,投资者期望的收益率为无风险利率。B-S模型中的看涨期权价值,可以表述为如式(1)所示模型:

$$rov = SN(d_1) - Ke^{-r}N(d_2), \quad d_1 = \frac{\ln \frac{S}{K} + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma \sqrt{t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t} \quad (1)$$

其中:rov为企业的期权价值;;S为标的资产当前价值,即采用企业合并资产负债表中的年末总资产的账面数值;K为期权的执行价格,在企业价值评估过程中,执行价格看作是企业经营过程需要付出的代价, $N(d_1)$ 为按照股票价格加权的行权概率,即标准正态分布中离差小于 d_1 的概率; $N(d_2)$ 为到期日的行权概率,即标准正态分布中离差小于 d_2 的概率。企业负债相对稳定,而且维持企业经营的必要性支出,因此将企业负债看作是执行价格,即采用企业合并资产负债表中的年末总负债数值; t 为期权的有效期限,采用10年; r 为对应期权期限的无风险利率,即基准日到期的5年期国债到期收益率; σ 为标的资产价值波动率,采取全年当日股票收益率的标准方差; r 的数据来自中国债券信息网; σ 数据来自CHOICE数据库,其他数据来自WIND和CHOICE数据库。

最后,把EVA和rov之和构成企业价值(evarov),取其自然对数(ln evarov)。

(四)中介变量的测算

大部分研究对动态能力的测量采用问卷调查法,使用截面数据,此法无法洞察个体随时间演变的规律。因此,本文构造面板数据结构,参考赵凤等(2016)和杨林等(2020)的做法,从吸收能力、适应能力和创新能力三个维度对动态能力进行分解及测量。具体操作如下:①创新能力(rd):创新能力是研发投入强度和技术人员占员工总数比例两个指标进行标准化后求和;②吸收能力(absorb):研发支出与营业收入之比;③适应能力(adap):广告、研发和资本支出的变异系数取负值。

企业生产效率使用全要素生产率加以衡量,由于本样本数据来源于上市公司,是非平衡面板数据,为了减少数据丢失的问题,选用LP方法(Levinsohn and Petrin, 2003),并参照鲁晓东和连玉君(2012)的做法衡量企业全要素生产率($\ln tfp$)。

(五)其他变量

参照倪克金(2021)的公司层面的控制变量,本文选取的控制变量(表2)为:上市年限($\ln age$):用当年年份减去公司上市年份,对其取自然对数;企业规模($\ln size$):公司年末总资产的自然对数;产权性质(gov):国有企业取1,非国有企业为0;资产收益率(roa):企业净利润与年度平均资产总额的比值(%);资产负债率(lev):企业总负债与总资产之比(%);股权集中度($oneshare$):第一大股东持股比例(%);营业收入增长率($growth$):本年营业收入与上年营业收入之差除以上年营业收入(%);两职兼任($dual$):董事长兼任总经理为1,否则为0;独立董事比例($indrat$):独立董事人数占董事会总人数的比例(%)。

表2 变量定义表

变量类型	变量名称	具体变量	变量符号	变量说明
自变量	业务流程数字化	业务流程数字化指数	$\ln pdt$	$\ln$ (企业2007—2021年年报中出现业务流程数字化关键词次数之和+1)
	采购与供应数字化	采购与供应数字化指数	$\ln bdt$	$\ln$ (年报中出现采购与供应数字化关键词次数之和+1)
	生产数字化	生产数字化指数	$\ln mdt$	$\ln$ (年报中出现生产数字化关键词次数之和+1)
	销售数字化	销售数字化指数	$\ln sdt$	$\ln$ (年报中出现销售数字化关键词次数之和+1)
因变量	企业价值	企业EVA与实物期权价值之和的自然对数	$\ln evarov$	$\ln$ (企业2007—2021年的EVA与B-S期权法计算的未来机会价值之和)
中介变量	创新能力	创新能力综合值	rd	研发支出强度和技术人员比例标准化处理后加总所得到的值
	吸收能力	研发支出强度	$absorb$	研发支出/营业收入
	适应能力	调整的变异系数	$adap$	$adap = -\sigma / \text{mean}$, σ 为研发支出、资本支出及广告支出分别与销售收入之比的标准差, mean 为三种支出与销售收入之比的平均值
控制变量	生产效率	全要素生产率	$\ln tfp$	$\ln$ (固定资产、员工数量对主营业务收入回归后的残差)
	上市年限	上市年限	$\ln age$	$\ln$ (用当年年份减去企业上市年份的差值)
	企业规模	企业规模	$\ln size$	$\ln$ (企业年末总员工人数表示)
	产权性质	国有企业和非国有企业的二元性	gov	是否为国有企业为虚拟变量来表征,国有企业为1,非国有企业为0
	资产收益率	资产收益率	roa	企业净收入与总资产比值(%)
	资产负债率	资产负债率	lev	企业总负债与总资产之比(%)
	股权集中度	股权集中度	$oneshare$	第一大股东持股比例合计(%)
	营业收入增长率	营业收入增长率	$growth$	本年营业收入与上年营业收入之差除以上年营业收入(%)
	两职兼任	是否两职兼任	$dual$	董事长兼任总经理为1,否则为0
	独立董事比例	独立董事占比	$indrat$	独立董事人数占董事会总人数的比例(%)

(六)描述性统计及相关性分析

从主要变量相关性分析看(表3),采购与供应数字化和销售数字化与企业价值的相关系数均大于生产数字化的相关系数;由于三者具有共同的技术基础,所以他们相关系统均大于0.8。而其他变量间相关系数均小于0.5,说明变量间多重共线性较弱。后文面板回归模型会进一步排除共线性变量。

表3 主要变量描述性统计及 Pearson 相关系数

变量	均值	标准差	$\ln evarov$	$\ln pdt$	$\ln bdt$	$\ln mdt$	$\ln sdt$	$\ln size$	$\ln age$	lev	$oneshold$	roa	$growth$	gov	$dual$	$indrat$
$\ln evarov$	21.681	1.196	1.000													
$\ln pdt$	2.152	1.356	0.203***	1.000												
$\ln bdt$	1.181	1.276	0.182***	0.806***	1.000											
$\ln mdt$	1.648	1.436	0.171***	0.882***	0.883***	1.000										
$\ln sdt$	1.64	1.296	0.226***	0.891***	0.834***	0.736***	1.000									
$\ln size$	7.732	1.17	0.771***	0.116***	0.074***	0.072***	0.127***	1.000								
$\ln age$	2.776	0.381	0.190***	0.191***	0.210***	0.178***	0.229***	0.069***	1.000							
lev	43.33	89.353	0.018***	-0.035***	-0.025***	-0.024***	-0.035***	0.027***	0.020***	1.000						
$oneshold$	33.704	14.388	0.134***	-0.068***	-0.089***	-0.091***	-0.060***	0.164***	-0.128***	0.016**	1.000					
roa	5.838	9.504	0.165***	-0.029***	-0.035***	-0.051***	-0.008	0.074***	-0.059***	-0.143***	0.113***	1.000				
$growth$	26.008	730.783	0.002	0.000	-0.001	-0.004	0.004	-0.010	-0.004	0.000	0.005	-0.005	1.000			
gov	0.331	0.471	0.204***	-0.184***	-0.176***	-0.155***	-0.199***	0.272***	0.071***	0.053***	0.153***	-0.061***	-0.013*	1.000		
$dual$	0.286	0.452	-0.102***	0.111***	0.101***	0.093***	0.118***	-0.131***	-0.036***	-0.023***	-0.026***	0.015***	0.003	-0.288***	1.000	
$indrat$	37.398	5.59	0.017**	0.086***	0.088***	0.081***	0.093***	-0.025***	0.028***	0.003	0.044***	-0.026***	-0.001	-0.064***	0.108***	1.000

注:***表示 $p < 0.01$, **表示 $p < 0.05$, *表示 $p < 0.1$ 。

四、业务流程数字化对企业价值影响

(一)基本回归分析

由于本样本上市公司数量为 2719 家,个体较多,如果采用个体固定效应模型,将包含较多的虚拟变量,减少了模型估计的自由度,所以绝大多数数字化转型研究采用固定时间和行业的实证模型,这会导致过于宽松的 P 值检验。因此,本文采用检验更加严格的公司个体和时间双向固定效应模型。

$$\ln evarov_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 \ln pdt(\ln bdt, \ln mdt, \ln sdt)_{i,t} + \beta_2 CVs_{i,t} + \lambda_t + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中: α_0 为常数项; β 为自变量和控制变量系数; λ_t 为不因个体而改变的时间效应; μ_i 为不随时间改变的个体效应; $\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项; $\ln evarov_{i,t}$ 为上市公司 i 在时间 t 的企业价值; $\ln pdt(\ln bdt, \ln mdt, \ln sdt)$ 分别为上市公司 i 在时间 t 的业务流程数字化(采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化); $CVs_{i,t}$ 为控制变量: $\ln size_{i,t}$ 、 $\ln age_{i,t}$ 、 $lev_{i,t}$ 、 $onehold_{i,t}$ 、 $growth_{i,t}$ 、 $roa_{i,t}$ 、 $gov_{i,t}$ 、 $dual_{i,t}$ 、 $indrat_{i,t}$ 。

回归结果显示(表 4),业务流程数字化、采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化对企业价值有着显著的正向影响,假设 H1、假设 H1a、假设 H1b、假设 H1c 得证。

(二)内生性问题的处理

由于主回归方程可能存在内生性问题及企业价值的提升反过来对业务流程数字化有积极影响。因此,本文受到 Fisman 和 Svensson(2007)的工具变量构造方法的启发,选取业务流程数字化变量的相同区域和相同行业其他企业的均值作为工具变量,这样选取工具变量的理由:由于数字化技术在业务流程中的应用存在行业内部竞争,而且行业内制造业企业的业务流程特点相似,通过标杆管理相互影响和模仿;同时,业务流程数字化不仅受到区域聚集效应的影响,而且企业可利用当地的数字化基础设施。因此,在行业内和区域内其他企业的业务流程数字化变量的均值很可能影响该企业对业务流程数字化的观念和态度,但对企业价值没有直接影响。另外,参照郭家堂和骆品亮(2016)的工具变量选取思路,本文采用中国 31 个省市(因数据缺失,未含港澳台地区)网站总数的自然对数作为工具变量。这样选取工具变量的理由:网站是数字技术的重要基础之一,制造业企业需要在基于网站的云平台进行采购,通过销售网站和平台收集顾客关于产品和服务的评价信息,员工可以在网络公开社区获取业务知识,从而提升业务流程数字化水平;此外,各省市的网站数量也说明区域信息化和网络化水平,形成不同区域企业业务流程数字化的差异。2007—2018 年各省市网站总数来源于中国互联网络信息中心历年发布的《互联网发展报告》,而 2019—2021 年不再发布各省网站数量,仅提供全国网站总数。因此,本文根据 2018 年各省网站占比推断 2019—2021 年各省网站数量。

业务流程数字化、采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化分别对企业价值进行工具变量回归,工具变量检验结果表明(表 4),Anderson canon. corr. LM 统计值非常大,拒绝不可识别的原假设;Cragg-Donald Wald F statistic 统计量也较大,拒绝了弱工具变量的原假设;Sargan P 值均在 0.2~0.3,通过过度识别检验,故工具变量选择合理。业务流程数字化、采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化系数均显著为正,说明部分控制内生性问题后,假设 H1、假设 H1a、假设 H1b、假设 H1c 依然成立。

表 4 基准回归和工具变量回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	$\ln evarov$	$\ln evarov$	$\ln evarov$	$\ln evarov$	$\ln evarov$	$\ln evarov$	$\ln evarov$	$\ln evarov$
$\ln pdt$	0.0424*** (5.6373)				0.0277*** (4.0346)			
$\ln bdt$		0.0389*** (5.4408)				0.0263*** (3.0973)		
$\ln mdt$			0.0422*** (5.8738)				0.0349*** (4.6072)	
$\ln sdt$				0.0365*** (5.0687)				0.0198*** (2.8005)
$_cons$	15.3538*** (75.5522)	15.3899*** (75.3047)	15.3738*** (75.5191)	15.3754*** (75.5765)				
Anderson canon. corr. LM statistic					5473.487	4111.498	4596.053	5158.163
Cragg-Donald Wald F statistic					3820.753	2611.451	3015.886	3519.953
Sargan P 值					0.2873	0.219	0.2211	0.2788
N	21898	21898	21898	21898	21546	21546	21546	21546
R^2	0.7368	0.7363	0.7368	0.7363	0.7048	0.7044	0.7049	0.7042

注:括号内为 T 统计量;*表示 $p < 0.1$, **表示 $p < 0.05$, ***表示 $p < 0.01$;以上模型均控制时间和企业个体。

(三)其他稳健性检验

为了验证基准模型的稳健性,进行以下稳健性测试:首先,替换因变量。用企业股票市场总价值的对数(*lnvalue*)替代企业市场价值,因为股票市场的价格部分包含企业未来价值。其次,考虑到业务流程数字化的积累效应,即过去的业务流程数字化的硬软件投入、经验和效果在后期继续发挥作用,因此,用滞后一期的自变量进行回归。最后,分样本检验。国有企业与非国有企业存在差异性,本文按照企业性质将样本划分为国有企业和非国有企业组,分别进行检验。

结果中显示(表5和表6),业务流程数字化、采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化系数均非常显著,模型具有很强的稳定性。值得注意的是,国有企业采购和供应数字化、生产数字化对企业价值影响较大,可能其拥有一定的资源控制能力;非国有企业销售数字化对企业价值影响较大,说明在最终产品市场中非国有企业利用数字化具有一定竞争力。

表5 替换因变量和滞后一期自变量回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	<i>lnvalue</i>	<i>lnvalue</i>	<i>lnvalue</i>	<i>lnvalue</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>
<i>lnpdt</i>	0.0404*** (5.6308)							
<i>lnbdt</i>		0.0540*** (6.8483)						
<i>lnmdt</i>			0.0477*** (6.0518)					
<i>lnsdt</i>				0.0466*** (6.6133)				
<i>L. lnpdt</i>					0.0433*** (6.2068)			
<i>L. lnbdt</i>						0.0403*** (5.7173)		
<i>L. lnmdt</i>							0.0423*** (6.021)	
<i>L. lnsdt</i>								0.0373*** (5.5918)
<i>_cons</i>	19.3186*** (90.4425)	19.3710*** (90.8091)	19.3423*** (90.4624)	19.3474*** (90.8811)	15.9688*** (67.0159)	16.0157*** (66.8133)	15.9941*** (66.9548)	15.9977*** (67.0352)
<i>N</i>	21964	21964	21964	21964	19098	19098	19098	19098
<i>R</i> ²	0.5718	0.5729	0.5725	0.5724	0.713	0.7124	0.7128	0.7124

注:括号内为*T*统计量,*表示 $p<0.1$,**表示 $p<0.05$,***表示 $p<0.01$;以上模型均控制时间和企业个体*L*。*L*表示滞后一期;*L.lnpdt*、*L.lnbdt*、*L.lnmdt*和*L.lnsdt*分别为时间滞后一期的业务流程数字化、采购与供应数字化、生产数字化和销售数字化。

表6 国有与非国有企业的回归结果

变量	(1)国有	(2)非国有	(3)国有	(4)非国有	(5)国有	(6)非国有	(7)国有	(8)非国有
	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>
<i>lnpdt</i>	0.0416*** (3.5979)	0.0459*** (5.6203)						
<i>lnbdt</i>			0.0405*** (2.8669)	0.0380*** (4.9501)				
<i>lnmdt</i>					0.0469*** (3.6626)	0.0404*** (5.3149)		
<i>lnsdt</i>							0.0392*** (3.3523)	0.0397*** (5.0903)
<i>_cons</i>	15.2187*** (-40.1176)	15.3274*** (-63.9425)	15.2706*** (-39.7693)	15.3522*** (-63.8109)	15.2410*** (-40.1443)	15.3397*** (-63.7677)	15.2470*** (-39.9589)	15.3431*** (-63.9044)
<i>N</i>	7248	14650	7248	14650	7248	14650	7248	14650
<i>R</i> ²	0.7449	0.7256	0.7445	0.7247	0.7452	0.7251	0.7447	0.7251

注:括号内为*T*统计量,*表示 $p<0.1$,**表示 $p<0.05$,***表示 $p<0.01$;以上模型均控制时间和企业个体。

五、机制路径的检验

(一)生产效率渠道检验

为了检验业务流程数字化是否以生产效率为渠道对企业价值产生影响,以及在企业价值链上、中、下游

数字化对企业价值影响大小,选用全要素生产率代理变量(*ln_{tfp}*)。对此,借鉴 Baron 和 Kenny(1986)的思路,并参照温忠麟等(2004)的逐步回归法,同时使用 Bootstrap 方法进行 Sobel 中介因子检验,通过两种方法更加稳健地证实中介效应。

$$\ln evarov_{i,t} = \alpha + \alpha_1 \ln pdt(\ln bdt, \ln mdt, \ln sdt)_{i,t} + \sum \alpha_2 CVs_{i,t} + \lambda_1 + \mu_1 + \varepsilon_1 \quad (2)$$

$$\ln tfp_{i,t} = \theta + \theta_1 \ln pdt(\ln bdt, \ln mdt, \ln sdt)_{i,t} + \sum \theta_2 CVs_{i,t} + \lambda_2 + \mu_2 + \varepsilon_2 \quad (3)$$

$$\ln evarov_{i,t} = \delta + \delta_1 \ln pdt(\ln bdt, \ln mdt, \ln sdt)_{i,t} + \delta_2 \ln tfp_{i,t} + \sum \delta_3 CVs_{i,t} + \lambda_3 + \mu_3 + \varepsilon_3 \quad (4)$$

其中: θ 、 δ 分别为式(2)和式(3)中常数项、自变量和控制变量的系数; $CVs_{i,t}$ 为控制变量(*lnsize*、*lnage*、*lev*、*onehold*、*growth*、*roa*、*gov*、*dual*和*indrat*); λ 为不因个体而改变的时间效应; μ 为不随时间改变的个体效应; ε 为随机扰动项。

全要素生产率回归结果显示(表 7),逐步回归和 Sobel 中介因子检验表明,全要素生产率是业务流程数字化、采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化对企业价值的中介变量,假设 H2、假设 H2a、假设 H2b 和假设 H2c 成立。但值得注意的是,业务流程数字化通过提高生产效率影响价值的路径中,生产数字化通过生产效率渠道提升企业价值仅有 53.11% 的比例,而企业价值链的上游(78.35%)和下游(88.09%)影响最大。

学者们讨论较多的是制造业产业链中,上游和下游价值较大,制造生产环节价值较小,从而形成微笑曲线(李春发等,2020)。但是鲜有研究关注企业内部微观层面的价值形成分布规律,本部分通过实证分析填补了空白,为分析数字化对企业价值转移奠定了微观基础,即企业业务流程数字化通过生产效率对企业价值的提升中,上游的采购和供应数字化,以及下游的销售数字化发挥的作用最大,而生产数字化发挥的作用最小。原因如下:一是,数字化技术对制造业企业采购、供应及销售的影响较大,企业利用大数据、区块链、物联网、云计算等技术把采购、供应及销售推向新的高度,极大节约成本和提高效率;而生产环节一直是制造业企业的核心,投入了大量自动化设备,数字化更新换代成本较高,因此生产环节很难通过数字化技术使生产效率产生从 0 到 1 的变化。多数企业把数字化当作提升信息化水平的辅助技术,而真正意义上的节约成本和大幅提高效率还是需要生产技术的创新。二是,采购、供应及销售环节存在个人性格、经验和技巧的隐性知识,均会影响运营成本和效率。数字化技术的采用使隐性知识显性化,并且通过数字化技术深化和拓展了企业外部知识获取、应用和创新的渠道。然而,企业生产环节的隐性知识较少,采取数字化技术后,效率提升的空间较小。

为了进一步讨论生产数字化相对于采购和供应数字化及销售数字化,通过技术创新提升企业价值的作用较大,以企业专利申请数量衡量技术创新(*ln_{tpat}*),作为业务流程数字化对企业价值影响的渠道,进行实证研究。通过 Sobel 中介因子检验表明(表 8),生产数字化相对采购和供应及销售数字化,通过技术创新对企业价值的影响最大。

表 7 全要素生产率中介的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	<i>lnevarov</i>	<i>ln_{tfp}</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>ln_{tfp}</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>ln_{tfp}</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>ln_{tfp}</i>	<i>lnevarov</i>
<i>lnpdt</i>	0.0424*** (5.6373)	0.0320*** (5.1373)	0.0256*** (4.8201)									
<i>ln_{tfp}</i>			0.4044*** (19.8175)			0.4048*** (19.7685)			0.4047*** (19.7416)			0.4045*** (19.8801)
<i>lnbdt</i>				0.0389*** (5.4408)	0.0320*** (4.9552)	0.0266*** (4.9013)						
<i>lnmdt</i>							0.0422*** (5.8738)	0.0271*** (4.2221)	0.0282*** (5.382)			
<i>lnsdt</i>										0.0365*** (5.0687)	0.0352*** (5.9185)	0.0230*** (4.4816)
Sobel Z 值	10.95			12.01			5.311			17.65		
中介效应占总效应比例	92.86%			78.35%			53.11%			88.09%		
<i>-cons</i>	15.3538*** (75.5522)	4.7165*** (27.6109)	13.4760*** (72.3256)	15.3899*** (75.3047)	4.7489*** (27.6838)	13.5014*** (72.1437)	15.3738*** (75.5191)	4.7312*** (27.5614)	13.4899*** (72.1762)	15.3754*** (75.5765)	4.7383*** (27.788)	13.4901*** (72.3114)
<i>N</i>	21898	20491	20452	21898	20491	20452	21898	20491	20452	21898	20491	20452
<i>R</i> ²	0.7368	0.6005	0.8004	0.7363	0.6002	0.8003	0.7368	0.5998	0.8005	0.7363	0.601	0.8002

注:括号内为 *T* 统计量;*表示 $p < 0.1$, **表示 $p < 0.05$, ***表示 $p < 0.01$;以上模型均控制时间和企业个体。

表8 技术创新中介的检验结果

检验项目	<i>pdt</i>	<i>bdt</i>	<i>mdt</i>	<i>sdt</i>
总效应 Z 值	7.23805	7.94004	5.86646	10.7969
直接效应 Z 值	6.0912	6.92128	4.82261	9.72986
间接效应 Z 值	6.84236	6.76643	6.99389	6.41074
Sobel Z 值	6.842	6.766	6.994	6.411
中介效应占比	14.99%	12.15%	17.15%	9.03%

注：检验均控制时间和行业。

(二)动态能力渠道检验

本部分对动态能力渠道机制进行检验,即吸收能力、适应能力和创新能力三类渠道进行检验。

$$\ln evarov_{i,t} = \alpha + \alpha_1 \ln pdt(\ln bdt, \ln mdt, \ln sdt)_{i,t} + \sum \alpha_2 CVs_{i,t} + \sum_t Year_t + \sum_j ind_j + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

$$Mediator_{i,t} = \theta + \theta_1 \ln pdt(\ln bdt, \ln mdt, \ln sdt)_{i,t} + \sum \theta_2 CVs_{i,t} + \sum_t Year_t + \sum_j ind_j + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

$$\ln evarov_{i,t} = \delta + \delta_1 \ln pdt(\ln bdt, \ln mdt, \ln sdt)_{i,t} + \delta_2 Mediator_{i,t} + \sum \delta_3 CVs_{i,t} + \sum_t Year_t + \sum_j ind_j + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

其中： $CVs_{i,t}$ 为控制变量($\ln size$ 、 $\ln age$ 、 lev 、 $onehold$ 、 $growth$ 、 roa 、 gov 、 $dual$ 和 $indrat$)； $\sum_t Year_t$ 为控制时间； $\sum_j ind_j$

为控制行业； ε 为随机扰动项； $Mediator$ 为中介变量：吸收能力($absorb$)、适应能力($adap$)和创新能力(rd)。同样,本文借鉴 Baron 和 Kenny(1986)的思路,并参照温忠麟等(2004)的逐步回归法,同时采用 Bootstrap 方法进行 Sobel 中介因子检验,通过两种方法更加稳健地证实中介效应。

通过中介效应检验显示,吸收能力(表9)作为业务流程数字化对企业价值的影响的中介的假设成立,并且其作为采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化对企业价值影响的中介依然成立,假设 H3、假设 H3a、假设 H3b 和假设 H3c 成立。同理,创新能力(表11)作为业务流程数字化、采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化对企业价值影响的中介也成立,假设 H5、假设 H5a、假设 H5b 和假设 H5c 成立。

然而,适应能力(表10)的中介检验发现,适应能力在业务流程数字化对企业价值的影响中介效应不存在,而发挥了遮掩效应,即在业务流程数字化、采购和供应数字化、生产数字化和销售数字化有利于提升企业适应能力,能够发现并利用市场机会,然而这种适应能力却抑制企业价值增加,可能的原因是企业规模调节了适应能力与企业价值间的关系。假设 H4、假设 H4a、假设 H4b 和假设 H4c 不成立。

传统制造业企业可以通过扩大规模形成规模经济,并通过多元化抓住市场机会等。总之,规模大的企业拥有较多的战略资源提升适应能力。然而,数字经济环境下,尤其在经济下行压力情形下,大规模制造企业由于前期投资大量设备,通过购买新设备或改进旧设备进行数字化转型,成本和不确定性较高;而对于规模

表9 吸收能力中介的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	<i>lnevarov</i>	<i>absorb</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>absorb</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>absorb</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>absorb</i>	<i>lnevarov</i>
<i>lnpdt</i>	0.0320*** (7.3485)	0.0034*** (8.2715)	0.0289*** (6.6348)									
<i>absorb</i>			0.5825*** (4.2057)			0.5688*** (4.2815)			0.5829*** (4.2409)			0.5684*** (4.2072)
<i>lnbdt</i>				0.0399*** (8.5894)	0.0041*** (6.3342)	0.0375*** (8.0246)						
<i>lnmdt</i>							0.0270*** (6.3711)	0.0037*** (5.8649)	0.0234*** (5.4354)			
<i>lnsdt</i>										0.0495*** (10.8258)	0.0034*** (7.8952)	0.0473*** (10.4404)
Sobel Z 值	5.549			5.873			5.973			5.266		
中介效应占总效应比例	6.16%			6.07%			8.85%			3.58%		
<i>_cons</i>	14.1649*** (187.1344)	0.0762*** (8.4605)	14.0649*** (172.865)	14.2023*** (186.842)	0.0805*** (9.3255)	14.1054*** (172.3429)	14.1814*** (186.8768)	0.0790*** (9.1271)	14.0802*** (172.0445)	14.1936*** (187.1529)	0.0780*** (8.5793)	14.0976*** (173.0975)
<i>N</i>	21898	19910	19862	21898	19910	19862	21898	19910	19862	21898	19910	19862
<i>R</i> ²	0.7168	0.1706	0.7278	0.717	0.1711	0.7281	0.7166	0.1709	0.7276	0.7177	0.1704	0.7287

注：括号内为 T 统计量；*表示 $p < 0.1$ ，**表示 $p < 0.05$ ，***表示 $p < 0.01$ ；以上模型均控制时间和行业。

表 10 适应能力中介的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	<i>lnevarov</i>	<i>adap</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>adap</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>adap</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>adap</i>	<i>lnevarov</i>
<i>lnpdt</i>	0.0320*** (7.3485)	0.0370*** (16.2749)	0.0376*** (8.7005)									
<i>adap</i>			-0.1546*** (-10.8016)			-0.1483*** (-10.4026)			-0.1482*** (-10.3886)			-0.1588*** (-11.0957)
<i>lnbdt</i>				0.0399*** (8.5894)	0.0196*** (8.4577)	0.0426*** (9.209)						
<i>lnmdt</i>							0.0270*** (6.3711)	0.0221*** (10.0944)	0.0301*** (7.1433)			
<i>lnsdt</i>										0.0495*** (10.8258)	0.0366*** (15.6974)	0.0554*** (12.2072)
Sobel Z 值	-9.684			-6.447			-7.403			-9.696		
中介效应 占总效应比	-17.90%			-7.34%			-12.14%			-11.79%		
<i>-cons</i>	14.1649*** (187.1344)	-2.0374*** (-53.7791)	13.8481*** (172.5794)	14.2023*** (186.8423)	-2.0252*** (53.0710)	13.8999*** (172.3509)	14.1814*** (186.8768)	-2.0271*** (-53.1722)	13.8790*** (172.3648)	14.1936*** (187.1529)	-2.0199*** (-53.1997)	13.8710*** (172.6868)
<i>N</i>	21898	21936	21873	21898	21936	21873	21898	21936	21873	21898	21936	21873
<i>R</i> ²	0.7168	0.3578	0.7188	0.717	0.3518	0.7188	0.7166	0.3528	0.7184	0.7177	0.357	0.7197

注:括号内为 *T* 统计量;*表示 $p < 0.1$, **表示 $p < 0.05$, ***表示 $p < 0.01$;以上模型均控制时间和行业。

表 11 创新能力中介的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	<i>lnevarov</i>	<i>rd</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>rd</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>rd</i>	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>	<i>rd</i>	<i>lnevarov</i>
<i>lnpdt</i>	0.0320*** (7.3485)	0.0299*** (22.6408)	0.0204*** (3.218)									
<i>rd</i>			0.3374** (2.2218)			0.3334** (2.2213)			0.3402** (2.2024)			0.3322** (2.2641)
<i>lnbdt</i>				0.0399*** (8.5894)	0.0355*** (17.081)	0.0277*** (3.724)						
<i>lnmdt</i>							0.0270*** (6.3711)	0.0363*** (27.7667)	0.0123* (1.7484)			
<i>lnsdt</i>										0.0495*** (10.8258)	0.0228*** (7.6492)	0.0421*** (6.8308)
Sobel Z 值	12.66			13.12			13.95			10.53		
中介效应 占总效应比	33.10%			29.93%			49.99%			15.23%		
<i>-cons</i>	14.1649*** (187.1344)	0.4443*** (4.9308)	13.7875*** (152.2638)	14.2023*** (186.8423)	0.4800*** (5.4311)	13.8181*** (147.8459)	14.1814*** (186.8768)	0.4728*** (5.2444)	13.7917*** (147.7902)	14.1936*** (187.1529)	0.4525*** (5.1421)	13.8195*** (152.3416)
<i>N</i>	21898	19137	19093	21898	19137	19093	21898	19137	19093	21898	19137	19093
<i>R</i> ²	0.7168	0.2044	0.7334	0.717	0.207	0.7336	0.7166	0.211	0.7332	0.7177	0.1984	0.7344

注:括号内为 *T* 统计量;*表示 $p < 0.1$, **表示 $p < 0.05$, ***表示 $p < 0.01$;以上模型均控制时间和行业。

较小的企业,数字化转型成本较低,反而表现出较强的适应能力。此外,较强适应能力的企业更有能力抓住市场机会,通过多元化经营,分散了战略资源,可能对企业价值造成负面影响;适应能力较弱的企业,被迫把优势资源集中在特定细分市场,形成竞争优势,反而提升企业价值。因此,规模调节适应能力与企业价值间的关系,并且适应能力对企业价值的影响呈现非线性关系。为了证明以上推断,本部分构建双向固定相应模型:

$$lnevarov_{i,t} = \alpha + \alpha_1 adap_{i,t} + \lambda_1 adap_{i,t} \times lnsize_{i,t} + \lambda_2 lnsize_{i,t} + \sum \alpha_2 CVs_{i,t} + \lambda_4 + \mu_4 + \varepsilon_4 \quad (8)$$

$$lnevarov_{i,t} = \alpha + \alpha_1 adap_{i,t} + \alpha_{12} adap_{i,t}^2 + \sum \alpha_2 CVs_{i,t} + \lambda_5 + \mu_5 + \varepsilon_5 \quad (9)$$

其中: α 、 g 为系数; $CVs_{i,t}$ 为控制变量($lnage$ 、 lev 、 $onehold$ 、 $growth$ 、 roa 、 gov 、 $dual$ 和 $indrat$), $adap_{i,t}^2$ 为适应能力的二次方项; $adap_{i,t} \times lnsize_{i,t}$ 为适应能力与企业资产规模的交叉项; λ 为不因个体而改变的时间效应; μ 为不随时间改变的个体效应; ε 为随机扰动项。

在控制时间和个体的固定效应模型中,回归结果显示(表 12),企业资产规模和适应能力的交叉项显著为负值,并且适应能力的回归系数显著为正值,说明企业资产规模负向调节适应能力对企业价值的影响;另外,适应能力对企业价值的影响呈现非线性的二次项关系,适应能力一次项和二次项回归系数均为负值,其

拐点为-1.4199,当适应能力小于此值时,适应能力正向影响企业价值,当适应能力大于此值时,适应能力负向影响企业价值。回归结果说明,企业资产规模越大,适应能力对企业价值的正向影响越小,资产规模过大时,适应能力就会负向影响企业价值;此外,企业适应能力越强,适应能力对企业价值的正向影响越弱,当达到拐点时,适应能力对企业价值产生负向影响。

六、结论与启示

本文以2007—2021年沪深A股上市公司制造业企业为研究对象,对企业业务流程数字化与企业价值的关系进行探索及验证。通过实证研究发现业务流程数字化对企业价值有显著的正向影响,这种影响部分通过生产效率、吸收能力和创新能力路径发挥作用。而适应能力路径却发挥了遮掩效应,部分原因在于适应能力对企业价值的二次非线性关系,以及企业资产规模对两者的负向调节作用。进一步分析发现,在业务流程数字化中,生产数字化通过生产效率提升企业价值的作用最小,通过技术创新提升企业价值的作用最大。这一结论不仅深化和拓展数字化转型理论基础,而且对制造企业实施数字化转型提供理论参考。

本文的理论贡献体现在以下几方面:一是,提出并分解了企业业务流程数字化的概念,并用文本分析法从上市公司年报中提取关键词频次并对其量化,进行实证分析,深化了数字化转型的研究;二是,从吸收能力、适应能力和创新能力路径分析业务流程数字化对企业价值的影响,充实了动态能力理论;三是,通过实证分析,本文比较业务流程上、中、下游数字化对企业价值影响渠道,发现业务流程数字化对企业价值影响的主要渠道是生产效率的提升,而生产效率的提升主要靠数字化技术的应用,而非技术创新,此结论为企业数字化转型实践提供了参考。

研究结论对企业管理实践有具体参考价值:①企业需要重视数字化转型的核心——业务流程数字化。大多企业非常重视数字化转型对其价值的提升作用,但实际效果堪忧,主要原因是:企业管理者误把数字化转型视为一个整体,即实施了数字化转型就一定能提升企业价值。这种观念忽视了数字化转型在企业系统中的流程性和逻辑性,误导了数字化转型的实施。制造业企业数字化转型的核心是业务流程数字化,它是企业知识管理数字化的具体体现和延伸,是产品和服务数字化的基础,是商业模式创新的重要前提,它通过提高生产效率对企业价值产生影响。②业务流程数字化对企业价值的提升可通过企业吸收能力和创新能力实现。因此,企业需要依据所处的环境制定符合自身的战略,利用数字化技术逐渐打造吸收能力和创新能力等动态能力,实现价值的提升。③企业要控制资产规模。在数字化背景下,技术环境发生剧烈变化,企业通过扩大实物资产规模寻求规模经济的传统竞争手段已不再适用,而转向寻求人才资产和数据资产的竞争。因此,制造业企业需要根据自身战略定位持续地投入数据资产,并不断用数字化技术改造和淘汰实物资产。④加大生产环节的创新力度。虽然,企业价值提升大多集中在企业价值链的上游和下游数字化。但是,上游采购和下游销售环节数字化很容易被模仿,很难保持持续竞争优势。制造企业如果急功近利,盲目地把资源向业务流程的上游和下游转移,将失去自身积累多年的生产优势,并误入竞争激烈的市场环境中。制造业企业需要利用数字化促进生产环节的技术创新,把生产工艺和产品做到极致,才能创造持续的价值。

本文的局限和未来研究方向:由于本文业务流程数字化变量来自于上市公司年报文本的关键词,一定程度上客观计算而提取关键词,但此方法不能完全按照需要提取特定领域的关键词,尚需借助人工主观地筛选与业务流程数字化有关的关键词。因此,尚待开发一种从小样本到大样本的较低成本的合理算法,使用有监督的方式从大样本中提取特定关键词。此外,数字化背景下,制造业企业的适应能力与企业价值的非线性关系及其影响机制尚需要进一步探索,不仅可以深化战略管理理论,而且有利于进一步指导企业数字化转型实践。

参考文献

- [1] 陈岩,张李叶子,李飞,等,2020.智能服务对数字化时代企业创新的影响[J].科研管理,41(9):51-64.

表12 适应能力的回归结果

变量	(1)	(2)
	<i>lnevarov</i>	<i>lnevarov</i>
<i>adap</i>	0.2526** (2.091)	-0.2536*** (-3.9669)
<i>mixsize</i>	-0.0111** (-2.0130)	
<i>lnsize</i>	0.9106*** (107.201)	
<i>adap×adap</i>		-0.0893*** (-3.3495)
<i>_cons</i>	0.9782*** (5.3088)	15.1620*** (75.8174)
<i>N</i>	21880	21873
<i>R</i> ²	0.938	0.7372

注:括号内为*T*统计量;*表示 $p<0.1$,**表示 $p<0.05$,***表示 $p<0.01$;以上模型均控制时间和个体。

- [2] 陈银飞, 杨玛丽, 2022. 数字化转型、商业模式创新与企业经营效率的关系研究[J]. 经济论坛, (1): 135-146.
- [3] 池仁勇, 王国强, 周芷琪, 等, 2023. 数字化能力、价值共创与企业绩效: 基于数据安全的调节作用[J]. 技术经济, 42(2): 133-142.
- [4] 傅颖, 徐琪, 林嵩, 2021. 在位企业流程数字化对创新绩效的影响——组织惰性的调节作用[J]. 研究与发展管理, 33(1): 78-89.
- [5] 郭家堂, 骆品亮, 2016. 互联网对中国全要素生产率有促进作用吗?[J]. 管理世界, 33(10): 34-49.
- [6] 胡楠, 薛付婧, 王昊楠, 2021. 管理者短视主义影响企业长期投资吗? ——基于文本分析和机器学习[J]. 管理世界, 37(5): 139-156, 11, 19-21.
- [7] 黄大禹, 谢获宝, 孟祥瑜, 等, 2021. 数字化转型与企业价值——基于文本分析方法的经验证据[J]. 经济学家, (12): 41-51.
- [8] 焦豪, 2022. 企业数字化升级的内在逻辑与路径设计研究[J]. 社会科学辑刊, (2): 96-104, 209.
- [9] 雷辉, 唐世一, 盛莹, 等, 2021. 流程数字化、供应链信息共享与企业绩效[J]. 湖南大学学报(社会科学版), 35(6): 67-79.
- [10] 李春发, 李冬冬, 周驰, 2020. 数字经济驱动制造业转型升级的作用机理——基于产业链视角的分析[J]. 商业研究, (2): 73-82.
- [11] 李琦, 刘力钢, 邵剑兵, 2021. 数字化转型、供应链集成与企业绩效——企业家精神的调节效应[J]. 经济管理, 43(10): 5-23.
- [12] 鲁晓东, 连玉君, 2012. 中国工业企业全要素生产率估计: 1999-2007[J]. 经济学(季刊), 11(2): 541-558.
- [13] 倪克金, 刘修岩, 2021. 数字化转型与企业成长: 理论逻辑与中国实践[J]. 经济管理, 43(12): 79-97.
- [14] 戚聿东, 孙洁, 李峰, 2019. 数字期权理论研究进展[J]. 经济学动态, (5): 119-134.
- [15] 戚聿东, 肖旭, 2020. 数字经济时代的企业管理变革[J]. 管理世界, 36(6): 135-152, 250.
- [16] 孙新波, 张媛, 王永霞, 等, 2021. 数字价值创造: 研究框架与展望[J]. 外国经济与管理, 43(10): 35-49.
- [17] 王海花, 李烨, 谭钦瀛, 2022. 基于 Meta 分析的数字化转型对企业绩效影响问题[J]. 系统管理学报, 31(1): 112-123.
- [18] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 等, 2004. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, (5): 111-117.
- [19] 吴非, 胡慧芷, 林慧妍, 等, 2021. 企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界, 37(7): 130-144, 10.
- [20] 吴江, 陈婷, 龚艺巍, 等, 2021. 企业数字化转型理论框架和研究展望[J]. 管理学报, 18(12): 1871-1880.
- [21] 杨林, 和欣, 顾红芳, 2020. 高管团队经验、动态能力与企业战略突变: 管理自主权的调节效应[J]. 管理世界, 36(6): 168-188, 201, 252.
- [22] 易靖韬, 曹若楠, 2022. 流程数字化如何影响企业创新绩效? ——基于二元学习的视角[J]. 中国软科学, (7): 94-104.
- [23] 张树山, 胡化广, 孙磊, 等, 2021. 供应链数字化与供应链安全稳定——一项准自然实验[J]. 中国软科学, (12): 21-30, 40.
- [24] 赵凤, 王铁男, 王宇, 2016. 开放式创新中的外部技术获取与产品多元化: 动态能力的调节作用研究[J]. 管理评论, 28(6): 76-85, 99.
- [25] 赵树宽, 范雪媛, 王泷, 等, 2022. 企业数字化转型与全要素生产率——基于创新绩效的中介效应[J]. 科技管理研究, 42(17): 130-141.
- [26] 朱秀梅, 林晓玥, 王天东, 2022. 企业数字化转型战略与能力对产品服务系统的影响研究[J]. 外国经济与管理, 44(4): 137-152.
- [27] ADOMAKO S, AMANKWAH A J, TARBA S Y, et al, 2021. Perceived corruption, business process digitization, and SMEs' degree of internationalization in sub-Saharan Africa[J]. Journal of Business Research, 123: 196-207.
- [28] ALLAL C O, COSTA C J, ULRICH B K J, 2023. Born to be sustainable: How to combine strategic disruption, open innovation, and process digitization to create a sustainable business[J]. Journal of Business Research, 154, 113379.
- [29] BARIL C P, MARSHALL S B, SARTELLE R F, 2015. Economic value added and small businesses[J]. Journal of Small Business Strategy, 8(2): 67-78.
- [30] BARNIR A, GALLAUGHER J M, AUGER P, 2003. Business process digitization, strategy, and the impact of firm age and size: The case of the magazine publishing industry[J]. Journal of Business Venturing, 18(6): 789-814.
- [31] BARON R M, KENNY D A, 1986. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 51: 1173-1182.
- [32] BHARADWAJ A, SAWY O A E, PAVLOU P A, et al, 2013. Digital business strategy: Toward a next generation of insights[J]. MIS Quarterly, 37(2): 471-482.
- [33] CHAKRAVARTHY B S, 1982. Adaptation: A promising metaphor for strategic management[J]. Academy of Management Review, 7(1): 35-44.
- [34] CHITSAZ E, LIANG D, KHOSHSOROOR S, 2017. The impact of resource configuration on Iranian technology venture

- performance[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 122: 186-195.
- [35] CIAMPI F, DEMI S, MAGRINI A, et al, 2021. Exploring the impact of big data analytics capabilities on business model innovation: The mediating role of entrepreneurial orientation[J]. *Journal of Business Research*, 123: 1-13.
- [36] COHEN W M, LEVINTHAL D A, 1990. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation [J]. *Administrative Science Quarterly*, 35(1): 128-152.
- [37] DEVARAJ S, KOHLI R, 2003. Performance impacts of information technology: Is actual usage the missing link? [J]. *Management Science*, 49(3): 273-289.
- [38] DRNEVICH P L, KRIAUCIUNAS A P, 2011. Clarifying the conditions and limits of the contributions of ordinary and dynamic capabilities to relative firm performance[J]. *Strategic Management Journal*, 32(3): 354-379.
- [39] DRNEVICH P L, CROSON D C, 2013. Information technology and business-level strategy: Toward an integrated theoretical perspective[J]. *MIS Quarterly*, 37(2): 483-509.
- [40] FAINSHMIDT S, PEZESHKAN A, FRAZIER M L, et al, 2016. Dynamic capabilities and organizational performance: A meta-analytic evaluation and extension[J]. *Journal of Management Studies*, 53(8): 1348-1380.
- [41] FAVORETTO C, MENDES G H S, OLIVEIRA M G, et al, 2022. From servitization to digital servitization: How digitalization transforms companies' transition towards services[J]. *Industrial Marketing Management*, 102: 104-121.
- [42] FISMAN R, SVENSSON J, 2007. Are corruption and taxation really harmful to growth? Firm level evidence[J]. *Journal of Development Economics*, 83(1): 63-75.
- [43] FOMBRUN C J, GINSBERG A, 1990. Shifting gears: Enabling change in corporate aggressiveness [J]. *Strategic Management Journal*, 11(4): 297-308.
- [44] FRANK A G, DALENOGARE L S, AYALA N F, 2019. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies[J]. *International Journal of Production Economics*, 210: 15-26.
- [45] GAVRILA S G, ANCILLO A D L, 2021. Spanish SMEs' digitalization enablers: E-receipt applications to the offline retail market[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 162: 245-265.
- [46] GUNASEKARAN A, MARRI H B, MCGAUGHEY R E, et al, 2002. E-commerce and its impact on operations management [J]. *International Journal of Production Economics*, 75: 185-197.
- [47] HAGIU A, WRIGHT J, 2020. When data creates competitive advantage[J]. *Harvard Business Review*, (1/2): 94-101.
- [48] KOHTAMAKI M, PARIDA V, OGHAI P, et al, 2019. Digital servitization business models in ecosystems: A theory of the firm[J]. *Journal of Business Research*, 104: 380-392.
- [49] LANE P J, KOKO B R, PATHAK S, 2006. The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct[J]. *Academy of Management Review*, 31(4): 833-863.
- [50] LEGNER C, EYMANN T, HESS T, et al, 2017. Digitalization: Opportunity and challenge for the business and information systems engineering community[J]. *Business & information systems engineering*, 59(4): 301-308.
- [51] LEVINSOHN J, AND PETRIN A, 2003. Estimating production functions using inputs to control unobservables[J]. *Review of Economic Studies*, 70(2): 317-341.
- [52] LI F, NUCCIARELLI A, RODEN S, et al, 2016. How smart cities transform operations models: A new research agenda for operations management in the digital economy[J]. *Production Planning & Control*, 27(6): 514-528.
- [53] MARTÍNEZ-CARO E, CEGARRA-NAVARRO J G, ALFONSO-RUIZ F J, 2020. Digital technologies and firm performance: The role of digital organizational culture[J]. *Technological forecasting&social change*, 154: 1-10.
- [54] MATT C, HESS T, BENLIAN A, 2015. Digital transformation strategies[J]. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5): 339-343.
- [55] MCLAUGHLIN S A, 2017. Dynamic capabilities: Taking an emerging technology perspective[J]. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 31(1-3): 62-81.
- [56] MITHAS S, RAMASUBBU N, SAMBAMURTHY V, 2011. How information management capability influences firm performance[J]. *MIS Quarterly*, 35(1): 237-256.
- [57] NAMBIAN S, ZAHRA S A, LUO Y, 2019. Global platforms and ecosystems: Implications for international business theories. *Journal of International Business Studies*, 50(9): 1464-1486.
- [58] PASQUALE D V, GIOCONDA M, GIUSEPPINA P, et al, 2020. Detecting customers knowledge from social media big data: Toward an integrated methodological framework based on netnography and business analytics[J]. *Journal of Knowledge Management*, 24(4): 799-821.
- [59] PENG Y Z, TAO C Q, 2022. Can digital transformation promote enterprise performance? From the perspective of public policy and innovation[J]. *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(3): 100198.
- [60] PENG J, QUAN J, ZHANG G, et al, 2016. Mediation effect of business process and supply chain management capabilities on the impact of it on firm performance: Evidence from chinese firms[J]. *International Journal of Information Management*, 36(1): 89-96.
- [61] PEZESHKAN A, FAINSHMIDT S, NAIL A, et al, 2016. An empirical assessment of the dynamic capabilities-performance

- relationship[J]. *Journal of Business Research*, 69(8): 2950-2956.
- [62] REIMAN A, KAIVO-OJA J, PARVIAINEN E, et al, 2021. Human factors and ergonomics in manufacturing in the industry 4.0 context-A scoping review[J]. *Technology in Society*, 65: 101572.
- [63] RITTER T, PEDERSEN C L, 2020. Digitization capability and the digitalization of business models in business-to-business firms: Past, present, and future[J]. *Industrial Marketing Management*, 86(4): 180-190.
- [64] SAMBAMURTHY V, GROVER B V, 2003. Shaping agility through digital options: Reconceptualizing the role of information technology in contemporary firms[J]. *MIS Quarterly*, 27(2): 237-263.
- [65] SANCHEZ R, 1995. Strategic Flexibility in Product Competition[J]. *Strategic Management Journal*, 16(S1): 135-159.
- [66] SAVASTANO M, CUCARI N, DENTALE F, et al, 2022. The interplay between digital manufacturing and dynamic capabilities: An empirical examination of direct and indirect effects on firm performance [J]. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(2): 213-238.
- [67] SCHILKE O, SONGCUI H U, HELFAT C E, 2018. Quo vadis, dynamic capabilities? a content-analytic review of the current state of knowledge and recommendations for future research [J]. *The Academy of Management Annals*, 12(1): 390-439.
- [68] SCHILKE O, 2014a. On the contingent value of dynamic capabilities for competitive advantage: The nonlinear moderating effect of environmental dynamism[J]. *Strategic Management Journal*, 35(2): 179-203.
- [69] SCHILKE O, 2014b. Second-order dynamic capabilities: How do they matter? [J]. *Academy of Management Perspectives*, 28(4): 368-380.
- [70] SCUOTTO V, NICOTRA M, GIUDICE M D, et al, 2021. A microfoundational perspective on SMEs' growth in the digital transformation era[J]. *Journal of Business Research*, 129(10): 382-392.
- [71] SHAKEEL J, MARDANI A, CHOFREH A G, et al, 2020. Anatomy of sustainable business model innovation[J]. *Journal of Cleaner Production*, 261: 121201.
- [72] SZALAVETZ A, 2019. Industry 4.0 and capability development in manufacturing subsidiaries[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 145: 384-395.
- [73] TEECE D J, 2014. The foundations of enterprise performance: Dynamic and ordinary capabilities in an (economic) theory of firms[J]. *Academy of Management Perspectives*, 28(4): 328-352.
- [74] TEECE D J, PISANO G, SHUEN A, 1997. Dynamic capabilities and strategic management [J]. *Strategic Management Journal*, 18: 509-533.
- [75] VERHOEF P C, BROKHUIZEN T, BART Y, et al, 2021. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda[J]. *Journal of Business Research*, (122): 889-901.
- [76] VIAL G, 2019. Understanding digital transformation: A review and a research agenda [J]. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2): 118-144.
- [77] WANG C L, AHMED P K, 2007. Dynamic capabilities: A review and research agenda [J]. *International Journal of Management Reviews*, 9(1): 31-51.
- [78] WANG C L, AHMED P K, 2004. The development and validation of the organizational innovativeness construct using confirmatory factor analysis. *European Journal of Innovation Management*, 7(4): 303-313.
- [79] WARNER K S, WAGER M, 2019. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal[J]. *Long Range Planning*, 52(3): 326-349.
- [80] WINTER S G, 2003. Understanding dynamic capabilities[J]. *Strategic Management Journal*, 24(10): 991-995.
- [81] WOODARD C J, RAMASUBBU N, TSCHANG F T, et al, 2013. Design capital and design moves: The logic of digital business strategy[J]. *MIS Quarterly*, 2013, 37(2): 537-564.
- [82] WU I, CHEN J, 2014. A stage-based diffusion of IT innovation and the BSC performance impact: A moderator of technology-organization-environment[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 88: 76-90.
- [83] YUNIS M, EL-KASSAR A, TARHINI A, 2017. Impact of ICT-based innovations on organizational performance: The role of corporate entrepreneurship[J]. *Journal of Enterprise Information Management*, 30(1): 122-141.
- [84] ZHAI H, YANG M, CHAN K C, 2022. Does digital transformation enhance a firm's performance? Evidence from China [J]. *Technology in Society*, 68: 101841.
- [85] ZHOU Y, TANG Z, QIAN X, et al, 2021. Digital manufacturing and urban conservation based on the Internet of Things and 5 G technology in the context of economic growth[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 170(4): 120906.

Business Process Digitalization and Enterprise Value of Manufacturing Enterprises : Based on the Perspective of Dynamic Capabilities

Shao Bing^{1,2}, Kuang Xianming³, Wang Hui⁴

(1. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110167, China;

2. School of Economics and Management, Hainan Normal University, Haikou 571158, China;

3. China institute for reform and development, Haikou 570311, China;

4. School of Economics, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract: From the perspective of business process digitalization, which is the core of digital transformation, the manufacturing enterprise data of listed companies from 2007 to 2021 was used to explore the impact of business process digitalization on enterprise value and its mechanism based on dynamic capability theory. The results are as follows. The digitalization of procurement and supply, production and sales has a significant positive impact on enterprise value, and the results are still significant after the endogenous problem is alleviated by instrumental variable method. This impact mainly plays its role through the path of production efficiency, absorptive capacity and innovation capacity. The path of adaptability plays a masking effect, partly because of the nonlinear relationship between adaptability and enterprise value, and the negative regulatory effect of enterprise asset size on both. Further analysis find that in business process digitalization, production digitalization plays the smallest role in promoting enterprise value through production efficiency, and the largest role in promoting enterprise value through technological innovation. This conclusion not only deepens and expands the theoretical basis of digital transformation, but also provides theoretical reference for manufacturing enterprises to implement digital transformation.

Keywords: enterprise value; business process digitalization; absorptive capacity; adaptive capability; innovative capacity